

Ing. Jiří M a l ý, VÚHU

Analytický pohled na bázi dat z měření na velkostrojích
v letech 1975 až 1985

Oblast měření na velkostrojích pro účely zjišťování rypných odporů je pravidelně dokumentována, systematicky sledována a vyhodnocována. Např. v lit. (1) a (2) je podán přehled dat a výpočtů, prováděných pro každý jednotlivý případ měření v letech 1979 a 1981. Zprávy vycházejí z přijaté metody nepřímého měření rypných sil a odporů a popisují číselně naměřené a vypočtené hodnoty a číselně nebo slovně další podmínky a okolnosti měření. Protože obdobným způsobem byly zachycovány údaje z měření od roku 1975 až do současné doby, představují obě zprávy orientační přehled informačních množství a staly se vodítkem pro vytváření báze dat. Shromažďování dat z této oblasti vycházelo z potřeb a možností přijaté metody a pro každé měření byly vytvořeny 2 základní skupiny údajů. Identifikační blok, obsahující údaje o lokalitě (název dolu, číslo řezu, typ rýpadla, číslo rýpadla) a skupinu údajů z vlastního měření (hloubka třísky, výsuv, střední otáčky, maximální a střední výkon pohonu kola) pro každou štěpinu. Dále byl k dispozici blok ze základních parametrů rýpadla a technologie (výška lávky, počet korečků, převodový poměr, obvodová rychlost, zaoblení korečku, úhel záběru apod.). Další skupinou byly údaje o zemině na skrývce (měrná hmotnost, druh zeminy, nadmořská výška a souřadnice geodetické).

Ve zprávě (1) je kromě toho uváděn další blok údajů ze zkoušek mechanicko-fyzikálních vlastností vzorků zemin (kromě měrné hmotnosti i vlhkost objemu i sušiny, objemová hmotnost, soudržnost a úhel vnitřního tření). Ve zprávě (2) jsou další údaje o zatížení hlavních poháněcích motorů a údaje o kusovitosti.

Původní myšlenka - uvádět i provedení rýpadla - byla si-
ce realizována, ale značný počet úprav rýpadel, rekonstrukcí
a nově instalovaných prvků (např. drtič) její význam a použi-
tí snižuje.

Protože u každého měření lze fyzikální veličiny vyjadřo-
vat čísly a některé okolnosti měření kódem, byla uplatněna
jednotná identifikace (číselník) a každé měření takto doplně-
no. Podrobný popis uvádí zpráva (7). Digitalizace všech slov-
ních popisů však naráží na značné obtíže. Takové okolnosti mě-
ření, jako uvádí (1) např.:

..... "V době měření byly na stroji použity korečky s jednot-
livými zuby kopinatého tvaru a s přiléhající bandáží korečku.
Zuby se jevily jako středně opotřebované" nebo

..... "Blok je narušen nátrásnou střelbou, která předurčuje
kvádrování zeminy zejména v 1. pracovní lávce V první
pracovní lávce jsou dva proplástky pelokarbonátů o mocnosti
20 - 30 cm vzdálené od sebe 20 - 30 cm", jsou těžko pře-
veditelné do čísel nebo znaků bez neúměrného členění celého
souboru příznaků. Už z uvedeného výčtu je patrné, že v datech
takto koncipovaných se budou vyskytovat různé skupiny podle
svého původu:

1. číselná označení lokality a rýpadel,
2. poměrně přesné údaje fyzikálních veličin z měřících přístro-
jů,
3. vypočtené údaje ze základních údajů,
4. odhadnuté, méně přesné údaje.

Například do skupiny 3. patří zejména takové hodnoty,
jako jsou délka řezné hrany, šířka třísky, střední a maximál-
ní měrná rypná síla a měrný rypný odpor. Informační obsah těch-
to veličin je silně závislý na použité výpočetní metodě. Jak
podrobně rozvádí zpráva (4), platí nepřímá metoda výpočtu,
kterou byly shora uvedené veličiny počítány, pro optimální
poměr nastavení třísky $s : b$ (hloubka:šířka), tj. pro hodnotu

1,47. Avšak celá řada případů třísek, tabelovaných v (1), tento poměr nedodrží a vyskytují se i případy, kdy poměr dosahuje hodnoty 10 i více. Znamená to, že vlivem omezené platnosti výpočtových vzorců nepřímé metody by bylo značné množství hodnot rypných odporů větších nebo menších než ve skutečnosti.

Avšak i výpočty podle upravených vzorců vycházejí z dalších předpokladů, které v praxi nejsou vždy splněny. Proto skupina dat 3 obsahuje data, která se od skutečnosti vzdalují různým způsobem.

Skupina dat 4 je tvořena takovými údaji jako např. v bloku "identifikace" údaje o typu zeminy. Jestliže číselník uváděný v (7) v příloze 1. obsahuje celkem 47 druhů zeminy, je zařazení do určité skupiny podmíněno jednak výsledkem laboratorních zkoušek, jednak subjektivním názorem hodnotitele. Dále měření kusovitosti s využitím fotografických metod zatím nedává do té míry exaktní údaje jako např. elektrické měření výkonu nebo geodetické stanovení nadmořské výšky. Kusovitost a druh materiálu tak řadíme do odhadnutých údajů.

Výše uvedený přehled vlivů a okolností na základní soubory dat obsažené ve výzkumných zprávách není jistě úplný. Přesto je zde dostatečně ukázáno, že základní rozhodnutí, co do báze dat vkládat a uchovávat, nemůže být provedeno bez respektování komplexní situace při vzniku a při základních operacích s daty. Při zřizování báze dat z měření rypných odporů na měřicí ústředně ADT 4500 v letech 1984 a 1985 tak postupováno bylo. Byl vzat v úvahu rovněž účel zřízení báze dat, který byl stanoven užitím v oblasti řešených výzkumných úkolů a výpočtů v odboru měřicí techniky, zejména pak v oddělení tenzometrie. Kromě zmíněných výpočtů z oblasti rypných odporů jsou to dále oblasti energetických měření na velkostrojích, petrografie, stanovení mechanických a fyzikálních vlastností zemin a určování chemického složení minerálů a zemin. Dále by-

la odhadnuta potřeba statistických přehledů, matematické analýzy dat a hledání vzájemných souvislostí. Např. (7) stanovuje požadovanou oblast využití báze jako regresní analýzu naměřených dat a určení korelací.

Vývojem poznatků z oblasti dynamického působení na provoz rýpadla se zvyšoval i význam evidence součinitele nerovnoměrnosti rypných odporů (5). Úhrnem tedy bylo zařazeno do báze univerzálního typu pro každou štěpinu

- 6 identifikačních znaků včetně druhu zeminy,
- 5 naměřených nebo vypočtených dat z oblasti rypných sil včetně teoretické výkonnosti ve štěpině,
- 2 údaje o geomechanických vlastnostech zeminy (z laboratoře),
- 4 údaje o kusovitosti,
- 3 doplňující údaje o nadmořské výšce (číslem), použití drtiče a použití trhacích prací (obojí kódem).

Celkem tedy šlo o 20 údajů měření v jedné štěpině dobývacího procesu na skrývce. Původní záměr "strojního zpracování" z let 1975 až 1978 tak přerostl v koncepci zřízení báze dat z měření na velkstrojích s využitím pro vybrané úkoly výzkumu. Technické zpracování se uvažovalo od r. 1983 již na měřicí ústředně ADT 4500 vybavené jak diskovými, tak páskovými paměťmi. Technické zabezpečení i programové vybavení bylo nutno budovat a tvořit vlastními silami řešitelů vybraných úkolů oddělení tenzometrie odboru měřicí techniky, proto bylo přistoupeno ke koncepci báze jako otevřeného modulárně budovaného systému souborů a podsouborů dat, zpracovatelných na přiměřené úrovni ústřednou ADT 4500, tj. jak v oblasti ukládání dat na diskové a magnetopáskové paměti, tak softwarem na bázi operačního systému RTE II/B a uživatelskými programy v jazyce FORTRAN a BASIC (podrobněji viz (7)).

Bázi dat lze přetvářet, inovovat jak co do rozsahu počtu měření ve štěpinách, tak co do vlastních hodnot čísel a kódů a neobsazená data a čísla doplňovat. V současné době je báze složena jednak z univerzálního souboru všech dat, jednak rela-

tivně nezávislých souborů účelově vytvořených pro další matematické zpracování. Základní soubor dat obsahuje více než 800 měření (označujeme tak dále "řádek základního souboru"), představující až 20 hodnot pro bližší specifikaci výpočtů z oblasti rypných sil, tedy "měření ve štěpině", což při neúplném obsazení všech dat představuje téměř 15 000 údajů. Z těchto údajů je přibližně 5 000 dat identifikačních, přibližně 8 000 dat jsou naměřené nebo vypočtené údaje z měření a zbytek pomocné nebo odhadnuté údaje, které nejsou známy nebo zatím doplněny pro všechna měření. V účelově vzniklých vedlejších modulech báze jsou jednak opakovaně některé základní údaje z univerzálního souboru, ale i některé nově vypočtené údaje podle účelových vzorců a matematických postupů. Týká se to např. výpočtu vyvolaných frekvencí horní stavby rýpadla, které byly určeny a uloženy pro vybraná rýpadla typu KU 800. Počet takto uložených dat ve vedlejších modulech báze se blíží počtu 2 000.

Uvedený globální pohled na bázi dat však nevypadá už tak optimisticky při podrobnějším zkoumání jednotlivých prvků báze. Tvůrce záměru z let 1975 - 77 předpokládal pořizování dat a provádění měření celkem na 15ti lokalitách SHR a HDBS (viz (7)). Avšak 882 měření, obsažená v bázi k datu 31. 5. 1985, lze podle lokalit rozdělit takto:

Lokalita	Počet měření	Lokalita	Počet měření
DVIL - VČSA	103	DNT - Březno	99
DVIL		DJF - VMG	212
- Šverma	64		
DNT	199	HDBS - Jiří	205

Ostatních 9 lokalit včetně 3 lokalit na PKAZ nemá v bázi zatím žádné údaje z měření. Je také vidět, že VMG, Merkur a HDBS - Jiří mají každý dvakrát nebo i více dat než ostatní. Účelové pořizování báze se zřejmě projevilo i na skladbě lokalit.

Ještě markantnější rozdíly lze nalézt při rozdělení dat v bázi podle typů rýpadel (bez ohledu na lokality a ostatní identifikaci):

Rýpadlo - typ	Počet měření		Rýpadlo - typ	Počet měření	
	absol.	%		absol.	%
K 800	179	20,2	SRs 1500	28	3,1
K 1000	41	4,5	KU 800	451	51,1
KU 300	37	4,2	K 10000	146	16,6

(Z rýpadel typu K 300 nejsou v bázi žádné údaje).

Je vidět, že více než polovina všech dat jsou data z měření na typu KU 800. Každé z rýpadel K 1000, KU 300 a SRs 1500 nedosahuje ani 5 % všech údajů. Takové nerovnoměrné rozložení snižuje možnost objektivního porovnávání rýpadel podle typů, neboť je známo, že některé výsledné údaje, např. rypné odpory nebo frekvence kmitání horní stavby rýpadla, jsou funkcemi stroje i podle typu a provedení. Hledání matematických (regresních) závislostí z celé báze bude proto silně závislé na údajích z provozu KU 800.

Z hlediska geologických a geomechanických dat je báze obsazena daty rovněž nerovnoměrně. Podle řezů na lomech (bez ohledu na lokalitu) lze 882 měření rozdělit takto:

Počet měření	Řez skřívky					
	1	2	3	4	5	6
absolutně	79	209	253	193	111	37
%	8,9	23,8	28,7	21,9	12,5	4,2

Podle druhu zeminy na skřívce, v níž bylo měřeno, je údaj k dispozici u všech 882 měření a ze 47 číselníkem specifikovaných druhů se v bázi vyskytuje záznam u dvaceti druhů (27 druhů se nevyskytuje). U těchto 20 druhů je však četnost rozdílná

(viz následující "Přehled") od četnosti 2 (jíl až jílovec žlutohnědý) až po četnost 152 (jíl až jílovec tmavošedý). Přitom značně převažuje skupina jen 3 druhů tj. druh 17,19 a 20, která společně představuje 434 případů měření tj. 49,2 %. Z evidovaných a předpokládaných 47 druhů se tedy téměř z poloviny případů vyskytují v bázi jen 3 druhy. Bližší zkoumání příčin tohoto stavu přesahuje rámec článku, lze však ukázat, že určovaný druh zeminy je zpravidla společný pro větší skupinu měření a není specificky měřen a určován pro každou třísku ani lávku (pro každé měření).

Pokud jde o nadmořskou výšku, je situace rozdílná v tom, že tento údaj se u každého měření nevyskytuje, není tedy báze v tomto datu úplná, rozložení existujících údajů má mezeru od 220 m do 260 m.

Přehled ukazuje následující tabulka.

Nadmořská výška (m)	Počet měření
méně než 100	-
100 až 139	36
140 až 179	131
180 až 219	129
220 až 259	-
260 až 300	52
více než 300	77
	celkem 425

Ve skupině vypočtených dat lze například u střední měrné rozpojovací síly F_{lmstr} nalézt velmi široké rozmezí hodnot:

F_{lmstr}	Četnost	F_{lmstr}	Četnost
méně než 10,0	19	80,0 až 109,9	70
10,0 až 19,9	91	110,0 až 139,9	25
20,0 až 49,9	433	více než 140	26
50,0 až 79,9	218		

Bylo možné očekávat, že malá teoretická výkonnost se objeví u menších výkonnostních typů rýpadel a velká u rýpadel větších typů. Skutečnost je však taková, že zatímco výkonnost nad $5000 \text{ m}^3/\text{hod}$ se vyskytuje jen u rýpadel typu KU 800 a K 10000, výkonnost v nejnižší podskupině pod $500 \text{ m}^3/\text{hod}$ se vyskytuje v celkovém počtu 72 měření na pěti ze šesti evidovaných lokalit a na všech typech rýpadel kromě K 10000 (přehled - viz dále).

Tato a další konstatování jako výsledek analytického pohledu na současný obsah a rozsah báze měření jsou nadále orientací, do jaké míry lze tato data podrobit matematické a statistické analýze.

Přehled rozdělení výkonnosti Q_{th} (teoretická výkonnost kub. metrů/hod r.z.) ukazuje následující tabulka.

Q_{th}	Četnost	Q_{th}	Četnost
méně než 1000	186	5000 až 6999	57
1000 až 2999	427	7000 až 8999	11
3000 až 4999	195	více než 9000	6

Ke kvantifikaci účelových odhadů pro matematickou statistiku slouží testy s využitím výpočetní techniky. Podrobnější údaje k dosud dosaženým výsledkům v oblasti využití této báze lze nalézt např. v (5), (6), (7). Zkušenosti s pořízením a provozem báze ukazují na nutnost komplexnosti při stanovení cílů využití. Příliš úzká orientace snižuje efektivnost provozu báze, přílišná rozsáhlost a dlouhodobý cíl způsobuje většinou časová zpoždění při řešení náročnějších aplikačních programů a vede k poklesu aktuálnosti uložených dat.

Problematika báze dat mohla být v tomto článku jen nastíněna. Na příkladu báze dat, vytvořené na základě měření rýpných odporů, bylo ukázáno, že účelové pořízení báze je určitým řešením, které nemusí být optimální pro jinou výzkumnou

oblast jak co do formy, tak co do obsahu. Avšak přechod z jedné formy na jinou již v průběhu existence báze a jejich využití není snadný a nutno uvážit, zda nebude výhodnější tvořit datový soubor podle jiných zásad znovu. I na těchto menších problémech se pak ukazuje, že otázka celkové koncepce a komplexnosti báze dat z měření je závažnou, nepominutelnou otázkou, nejlépe řešitelnou při zahajování každého výzkumného úkolu nebo skupiny úloh. Zkušenosti z provozu popsané báze mohou být proto cenným vodítkem pro konkrétní aplikace i pro zobecňující závěry.

V současné době se tyto technické otázky pečlivě zvažují a jak pořízení, tak využití bází dat je zahrnováno do komplexního programu výzkumu na 8. pětiletku.

První verze tohoto článku byla napsána v červnu 1985. V souvislosti s ní byla autorovi položena otázka účelnosti pořizování bází dat a nejasnosti jakým způsobem využít shromážděných dat v komplexním programu výzkumu. Odpovědi dává sama praxe v době, která uplynula. Především bylo vydáno několik zpráv - realizačních výstupů, kde technologie dobývání a problematika s tím spojená si vyžadovala analýzu existujících dat. Tato analýza mohla vést k syntéze nových poznatků např. v (8) pro oblast technické výkonnosti rýpadel. Několikrát bylo báze dat z měření v průběhu roku využito i pro rychlé přehledy o okamžité výkonnosti rýpadel KU 800, ale i pro jiné oblasti z geotechnické a petrografické problematiky. Takto je také zahrnuto pořizování a využití báze dat z měření do realizačních výstupů pro vydání výkonových křivek rýpadel, což se již v současné době aplikuje jak na VČSA, tak i na DNT.

Konečně, závažné poznatky z přímé vědeckotechnické spolupráce se SSSR - (viz (9)), ukazují na nevyhnutelnou potřebu jak již existujících dat z měření, tak i začlenění nových technologických parametrů do souhrnu sledovaných, evidovaných a pružně a rychle analyzovatelných datových souborů. Bez existence moderních technických i programových prostředků tedy nelze

očekávat úspěšné plnění plánovaných úkolů výzkumu.

Otázku, proč byla využívána právě popsaná báze dat z měření rýpadel a dále je udržována a rozšiřována, lze zodpovědět celkem snadno. Přes popsanou problematiku, klady i zápory, je tato báze zatím stále jedinou skutečně prakticky existující a využitelnou pro řešení úkolů z oblasti rypných sil, kusovitosti apod.

S h r n u t í

Analytický pohled na bázi dat z měření na velkostrojích v letech 1975 až 1985

Článek je příspěvkem k problematice zřizování a využíváníází dat při řešení výzkumných úkolů. Na příkladu báze dat, vytvořené na základě shromáždění dat z měření a výpočtu rypných sil, ukazuje možnosti i omezení vyplývající z obsahu a způsobu pořizování dat zejména za delší časové období. Účelové zřizováníází dat je hodnoceno pozitivně.

Literatura podle odkazů v textu

- (1) Kott: "Přehled měření měrného rypného odporu a měrné rozpojovací síly v provozech SHR a HDBS za rok 1979"
VÚHU 1980
- (2) Kott: "Přehled měření rozpojovacích sil v provozech povrchových dolů v roce 1981"
VÚHU 1982
- (3) Havelka, Malý, Svoboda, Veverka: "Způsoby analýzy provozu technologických celků a pásovou dopravou na povrchových dolech"
VÚHU 1982
- (4) Veverka, Cihlář: "Kolesová rýpadla"
VÚHU 1984

Příloha č. 1

Přehled počtu měření uložených v bázi dat podle druhu
zeminy na skrývce

Počet měření	Kód	
70	1.	spraš žlutohnědá
-	2.	jíl světle hnědý
11	3.	jíl světle hnědý, slabě jemně písčitý, slabě slídnatý
5	4.	jíl hnědošedý
-	5.	jíl světle hnědošedý
-	6.	jíl světle hnědošedý, místy okrově kropenatý
34	7.	jíl zelenavě hnědošedý
40	8.	jíl zelenavě šedý, rezavě hnědě skvrnitý
9	9.	jíl tmavošedý
2	10.	jíl až jílovec žlutohnědý
-	11.	jíl až jílovec světle hnědý
4	12.	jíl až jílovec světle hnědošedý
40	13.	jíl až jílovec šedohnědý s jemně rozptýlenou složkou sideritu
38	14.	jíl až jílovec tmavě šedohnědý
-	15.	jíl až jílovec světle hnědošedý
-	16.	jíl až jílovec světle hnědošedý s jemně rozptýlenou organic- kou substancí
143	17.	jíl až jílovec hnědošedý
-	18.	jíl až jílovec tmavě hnědošedý s jemně rozptýlenou organic- kou substancí
139	19.	Jíl až jílovec světle zelenošedý s jemně slídovou příměsí
152	20.	jíl až jílovec tmavošedý
-	21.	jíl až jílovec tmavošedý, rezavě hnědě šmouhovaný
-	22.	jíl až jílovec tmavošedý až černošedý
-	23.	jíl až jílovec s rozptýlenými zuhelnatělými zbytky rostlin
-	24.	jílovec běložlutý, žlutohnědě skvrnitý
-	25.	jílovec šedožlutý
-	26.	jílovec světle hnědý
-	27.	jílovec světle hnědý s ojedinělými zuhelnatělými zbytky rostlin
19	28.	jílovec světle šedohnědý
65	29.	jílovec šedohnědý
-	30.	jílovec šedohnědý, světle žlutohnědě skvrnitý
-	31.	jílovec šedohnědý, světle hnědě skvrnitý
-	32.	jílovec sytě šedohnědý
-	33.	jílovec tmavě šedohnědý
-	34.	jílovec rezavě hnědý
-	35.	jílovec černošedý
-	36.	jílovec světle šedý, nažloutlý, místy silně zbarvený hydra- tovanými kysličníky Fe
28	37.	jílovec šedý
40	38.	jílovec tmavošedý
-	39.	jílovec tmavošedý, světle hnědě skvrnitý
-	40.	jílovec tmavošedý, nahnědlý
-	41.	jílovec tmavošedý až černošedý
-	42.	jílovec tmavošedý až uhelnatý
4	43.	jílovec světle hnědošedý
18	44.	jílovec hnědošedý
-	45.	jílovec hnědošedý, žlutavě hnědě skvrnitý
21	46.	jílovec tmavě hnědošedý
-	47	jílovec uhelný, hnědočerný
882		CELKEM

Stav 31. 5. 1985